

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Hiroyuki FURUKAWA, et al.

Application No.:

Group Art Unit:

Filed: April 22, 2004

Examiner:

For: OPTICAL RECEIVER AND OPTICAL TRANSMISSION APPARATUS

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2004-012727

Filed: January 21, 2004

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: April 22, 2004

By: 

Paul I. Kravetz
Registration No. 35,230

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 1 月 2 1 日
Date of Application:

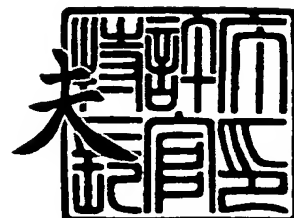
出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 0 1 2 7 2 7
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 4 - 0 1 2 7 2 7]

出 願 人 富 士 通 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 3 月 1 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 1 9 4 7 6

【書類名】 特許願
【整理番号】 0352935
【提出日】 平成16年 1月21日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H04B 10/06
H04J 14/02

【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区新横浜三丁目 9 番 1 8 号 富士通ネットワークテクノロジー株式会社内
【氏名】 古川 博之

【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区新横浜三丁目 9 番 1 8 号 富士通ネットワークテクノロジー株式会社内
【氏名】 大塚 友行

【特許出願人】
【識別番号】 000005223
【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】
【識別番号】 100092978
【弁理士】
【氏名又は名称】 真田 有
【電話番号】 0422-21-4222

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 007696
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9704824

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

波長多重光信号（以下、WDM信号という）が入力される光入力ポートと、
該光入力ポートからの該WDM信号のうち所望波長を中心波長とする所定の透過波長帯域幅の光信号を透過する透過波長可変手段と、
該透過波長可変手段で透過しない波長の光信号を出力する光出力ポートと、
該透過波長可変手段を透過する光信号レベルが最大となるように該透過波長可変手段の中心透過波長を制御する制御手段とをそなえたことを特徴とする、光受信器。

【請求項 2】

該透過波長可変手段で透過する光信号の該透過波長帯域幅が、該WDM信号の波長配置間隔よりも狭く設定されていることを特徴とする、請求項 1 記載の光受信器。

【請求項 3】

該透過波長可変手段が、
透過しない波長の光信号を該光出力ポートへ反射する反射部材をそなえて構成されていることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の光受信器。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の光受信器を N 台（N は 2 以上の整数）そなえ、
第 i 段（ $i = 1 \sim N - 1$ のいずれか）の光受信器の該光出力ポートと第 $i + 1$ 段の光受信器の該光入力ポートとが接続されていることを特徴とする、光伝送装置。

【請求項 5】

上記第 1 段目の光受信器の光入力ポートに該WDM信号を増幅する光増幅器が接続されていることを特徴とする、請求項 4 記載の光伝送装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】光受信器及び光伝送装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、光受信器及び光伝送装置に関し、特に、波長多重（WDM：Wavelength Division Multiplexing）光伝送システムに用いて好適な光受信器及び光伝送装置に関する。

【背景技術】

【0002】

図16は従来のWDM伝送システムの構成を示すブロック図で、この図16に示すように、従来のWDM伝送システムでは、複数の光送信器100からの光信号を合波器200で多重し光増幅器300で増幅して伝送路400へ伝送し、受信側において光増幅器500で増幅し分波器600で波長毎の光信号に分波して波長毎の光受信器700で受信する構成が一般的である。

【0003】

ここで、上記の分波器600として、例えば下記特許文献1の図16に示されるように、光フィルタアレイを用いたものも提案されている。この特許文献1は、光送信システムの波長制御方式を提案しており、同様の手法による光受信システムについても開示している。この手法によれば、WDM信号（ $\lambda_1 \sim \lambda_n$ 及び λ_{abs} ）を光ツリーカプラ等で $n+1$ 分岐（分配）し、（波長多重数+1）分の入出力を有するフィルタアレイで一括して必要な波長のみを透過させて、不必要な波長は減衰させることが行なわれる。そして、このフィルタアレイの制御は、個別波長 λ_{abs} として準備したパイロット光信号を、独立に準備した受光器で検出して、制御回路がその検出信号に基づいて上記フィルタアレイに付設されたペルチェ素子を駆動することにより上記フィルタアレイを一括制御するようになっている。

【0004】

また、受信側の構成として、例えば下記特許文献2により提案されている技術（波長選択器）もある。この技術は、WDM信号から単一の可変波長光バンドパスフィルタ（OTF）にて所望波長の光信号を選択的に受信する方式を提案している。即ち、光送信側において、予め各チャネルの光信号にそれぞれ周波数の異なる識別信号を重畳した上で波長多重して伝送し、受信側においては、上記OTFで受信すべき所望波長の光信号を透過させ、その透過光信号に重畳された識別信号の振幅が最大となるようにOTFのフィルタ特性を制御する。これにより、WDM信号の波長間隔や光パワーレベルにばらつきがある場合においても、クロストークを最小限に抑えながら所望の波長の信号を選択することが可能となる。

【特許文献1】特開平08-237203号公報

【特許文献2】特開平11-122221号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

図16及び特許文献1に記載の従来の技術では、受信側において、WDM信号の波長多重数と同数の合波及び分波機能を有する合分波器や、波長多重数と同数以上のポート数を有する光ツリーカプラ及び光フィルタアレイを予め用意しておく必要がある。例えば、ネットワーク負荷が少ない場合（初期導入時など）に、最低限必要な少数チャンネル分のみの光送信器及び光受信器を設置する場合があるが、従来構成では、将来のチャンネル増加に備えて、必要数以上の合波器や分波器、必要以上のポート数を有する光ツリーカプラ及び光フィルタアレイ等をシステム導入当初から固定的に設置しておかなければならないという課題がある。

【0006】

また、特許文献1に記載の技術のように光ツリーカプラを用いると、分岐数を増やすに伴い損失が増大し、光受信器に着信する光強度（レベル）が低下してしまう。さらに、光

フィルタアレイを一括制御するために、パイロット光送信器とそれをモニタする受光器とを専用に配置する必要がある、帯域内に配置できる光信号を少なくとも1チャンネル占有してしまい、総伝送容量を低下させてしまうという課題もある。

【0007】

また、WDM伝送システムでは、高速・大容量の通信を可能にすべく、限られた波長帯域幅にできるだけ多くの波長（一般に16波以上）を高密度（隣接波長との波長間隔を0.4～1.6nm程度）に配置することが要求され、近年、高密度波長多重（DWDM：Dense WDM）システムの幹線系への商用導入も活発になされているが、かかるDWDMシステムでは、光信号を必要な帯域内に収める波長制御機能が必要となる。この波長制御機能は、発光素子温度や動作電流を厳密に制御するため、コスト高という短所がある。

【0008】

そこで、近年、このような厳密な波長制御を必要としない、廉価な粗密度波長多重（CWDM：Coarse WDM）システムの開発が行なわれている。このCWDMシステムでは、発光素子の製造バラツキや、温度、駆動電流による波長変動等が生じても、隣接する波長（チャンネル）への漏れ込み（クロストーク）による受信感度劣化が生じないよう、隣接波長との波長間隔を20nm（ナノメートル）程度に広く設定する方式が標準化されようとしている。

【0009】

一般にWDM伝送システムでは、光増幅器を送信側、中継点及び受信側の全て、あるいは、何れかの最適な位置に配置して、伝送距離を伸ばす工夫がなされている。光増幅器には、希土類添加光ファイバ、分布ラマン、集中ラマンあるいは半導体増幅等が用いられるが、いずれの場合も自然放出光（ASE光）が発生する。このASE光は受信器に入射すると雑音となり、受信感度を劣化させるため、光増幅による伝送距離増の効果を低下させる。

【0010】

特に、上記CWDMシステムでは、送信側の発光素子の製造バラツキ、温度変動、駆動電流の変化等で波長が変化し、製造バラツキを抑えこんだ場合でも、一般に波長温度変動があるため、分波器で透過させる1波長当たりの帯域幅が13～14nm程度と広く設定されるが、この場合に、分波器前に光増幅器を配置すると、多量のASE光が分波器後の光受信器に漏れ込み、光増幅の効果を得られないか、配置によってはかえって伝送距離が減少するという課題がある。

【0011】

さらに、特許文献2により提案されている技術（波長選択器）では、WDM信号の波長間隔や光パワーレベルにばらつきがある場合でも、クロストークを最小限に抑えながら所望波長の信号を選択的に受信することができるが、CWDMシステムに適用するような場合でその透過帯域幅が上記と同じく13～14nm程度に広く設定されると、やはり多量のASE光が受信器に漏れ込んでしまうことになる。

【0012】

また、この技術では、1度に受信できる波長は1波長のみなので、全ての波長を受信するためには、例えばOTFの透過波長を時分割に切り替えるか、同じ構成の波長選択器を波長多重数分用意する必要がある。前者の場合、OTFの応答特性により切り替え速度が定まるが、高速な光信号を伝送するシステムでは、その切り替え速度によっては通信できないチャンネルが生じてしまう。一方、後者の場合は、システム規模及びコストが大幅に増大する結果となる。

【0013】

本発明は、以上のような課題に鑑み創案されたもので、WDM伝送システムの波長数の増減に柔軟に対応でき、また、CWDMシステムのような波長間隔が広く設定されるシステムにおいてもASE光の漏れ込みを適応的に最小限に抑制できるようにした、光受信器及び光伝送装置を安価に提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記の目的を達成するために、本発明の光受信器（請求項1）は、波長多重光信号（以下、WDM信号という）が入力される光入力ポートと、該光入力ポートからの該WDM信号のうち所望波長を中心波長とする所定の透過波長帯域幅の光信号を透過する透過波長可変手段と、該透過波長可変手段で透過しない波長の光信号を出力する光出力ポートと、該透過波長可変手段を透過する光信号レベルが最大となるように該透過波長可変手段の中心透過波長を制御する制御手段とをそなえたことを特徴としている。

【0015】

ここで、該透過波長可変手段で透過する光信号の該透過波長帯域幅は、該WDM信号の波長配置間隔よりも狭く設定するのが好ましい（請求項2）。

また、該透過波長可変手段は、透過しない波長の光信号を該光出力ポートへ反射する反射部材をそなえて構成されていてもよい（請求項3）。

さらに、本発明の光伝送装置（請求項4）は、上記の光受信器をN台（Nは2以上の整数）そなえ、第i段（ $i = 1 \sim N - 1$ のいずれか）の光受信器の該光出力ポートと第i+1段の光受信器の該光入力ポートとが接続されていることを特徴としている。

【0016】

ここで、上記第1段目の光受信器の光入力ポートに該WDM信号を増幅する光増幅器が接続されていてもよい（請求項5）。

【発明の効果】

【0017】

上記の本発明によれば、WDM伝送システムの初期導入時には不必要な多数のポートを有する高価な光分波器を予め配置することなく、必要な時に必要な台数分の光受信器を増設するだけでWDM信号の波長多重数の増加（あるいは減少）に柔軟に対応することができ、WDM伝送システムの初期導入コストを大幅に低減することが可能となる。さらに、光送信側での送信WDM信号の送信波長配置間隔を、システム導入後においても、変更できる柔軟性も実現できる。

【0018】

また、透過波長可変手段の透過波長帯域幅をWDM信号の波長配置間隔よりも狭く設定しておくことで、制御手段により透過波長可変手段の中心透過波長が光送信波長に追従するので、各光受信器に入射するASE光等の雑音光を効果的に抑圧して、受信感度を改善することもできる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

〔A〕光受信器の説明

図1は本発明の一実施形態としての光受信器の要部の構成を示すブロック図で、この図1に示す光受信器1は、透過波長可変部11、受光素子12、プリアンプ13、メインアンプ14、クロックデータリカバリ（CDR）回路15及びAGC（Automatic Gain Control）回路16をそなえて構成されている。

【0020】

ここで、透過波長可変部11は、例えば複数の波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ （nは2以上の整数）の光が波長多重された波長多重光（WDM信号）が入力される光入力端子（ポート）111と、後段の受光素子12へ透過すべき（つまり、自光受信器1で受信すべき）波長以外の非透過光を外部へ出力するための光出力端子（ポート）112とを有し、光入力ポート111からの受信WDM信号のうち上記透過すべき所望波長 λ_j （ $j = 1 \sim n$ のいずれか）を中心波長とする所定の透過波長帯域幅（詳細については後述）の光信号を受光素子12へ透過するとともに、それ以外の波長 λ_k （ $k \neq j$ を満たす各波長）の光信号を光出力ポート112へ出力するもので、ここでは、後述するAGC回路16からの制御により、上記中心波長（中心透過波長）が補正（チューニング）されるようになっている。

【0021】

具体的に、本透過波長可変部11は、例えば、誘電体多層膜や、半導体、ファイバグレ

ーティング、光導波路、音響光学素子及びそれらの組合せ等を、温度調節、応力付与、表面弾性波などにより透過させる波長を可変させる機能を実現する。図2～図4にその実現例を示す。

図2は誘電体多層膜を用いて透過波長可変部11を構成する例を示すブロック図で、この図2に示すように、透過波長可変部11は、前記光入力端子111に接続される入力光ファイバ110a及び前記光出力端子112に接続される出力光ファイバ110bとを固定するファイバコネクタ(2芯フェルール等)110と、レンズ113及び116と、誘電体多層膜114と、ペルチェ素子やヒータ等の温度制御素子115と、受光素子12に接続される出力光ファイバ117aを固定するファイバコネクタ117とをそなえて構成され、入力光ファイバ110aからの受信WDM信号は入力側のレンズ113を通じて誘電体多層膜114へ入射し、透過すべき波長 λ_j の光信号のみが出力側のレンズ116を通じて出力光ファイバ117aに入射し、それ以外の非透過波長 λ_k の光信号は誘電体多層膜114で反射し、入力側のレンズ113を通じて出力光ファイバ110bに入射するようになっている。つまり、この場合の誘電体多層膜114は、透過しない波長 λ_k の光信号を光出力端子112へ反射する反射部材としての機能を果たす。なお、中心透過波長の補正は温度制御素子115によって誘電体多層膜114の温度を調整することにより行なう。

【0022】

一方、図3も誘電体多層膜を用いて透過波長可変部11を構成する例を示すブロック図であるが、この図3に示す透過波長可変部11は、上記と同様の誘電体多層膜118に温度調整のための透明ヒータ119を形成したものを、上記レンズ113の出力側に配置して構成している。なお、受光素子12への透過光の光路を阻害しない構成であれば、ヒータは必ずしも「透明」に限られない。

【0023】

これにより、この場合も、入力光ファイバ110aからの受信WDM信号は入力側のレンズ113を通じて誘電体多層膜114へ入射し、透過すべき波長 λ_j の光信号のみが受光素子12へ出力され、それ以外の非透過波長 λ_k の光信号は誘電体多層膜118で反射し、入力側のレンズ113を通じて出力光ファイバ110bに入射することになる。そして、中心透過波長の補正は透明ヒータ119の温度調整により行なう。

【0024】

さらに、図4はファイバグレーティングを用いて透過波長可変部11を構成する例を示すブロック図で、この図4に示す透過波長可変部11は、例えば、前記光入力端子111を構成する入力光ファイバに接続(融着)され、ファイバグレーティング121が形成された光ファイバ120と、この光ファイバ120の透過中心波長を温度調整により補正するためのペルチェ素子やヒータ等の温度制御素子122と、レンズ123とをそなえて構成され、入力光端子111からの受信WDM信号は光ファイバ120のファイバグレーティング120へ入射し、透過すべき波長 λ_j の光信号のみが出力側のレンズ123を通じて受光素子12へ出力され、それ以外の非透過波長 λ_k の光信号はそれぞれファイバグレーティング121で反射し、方向性結合器等により構成された光出力端子112を通じて出力されるようになっている。

【0025】

さて、次に図1に示す受光素子12は、透過波長可変部11を透過してきた光を受光してその光レベルに応じた電気(電流)信号を得るためのもので、例えば、PINフォトダイオードや、アバランシェフォトダイード等の光電変換素子を用いて構成される。また、プリアンプ13及びメインアンプ14は、受光素子12で光電変換された光電流を増幅する電流-電圧変換アンプ(IVトランスデュサアンプ)としての機能を果たすものであり、CDR回路15は、このように増幅された信号の波形を整形して受信信号のクロック及びデータを再生するもので、再生後のクロック及びデータは図示しない論理回路(信号処理部)に引き渡されるようになっている。

【0026】

そして、AGC回路16は、アンプ14の出力が飽和する等の波形劣化を避けるために、アンプ14の出力レベル（電位）をモニタし、そのレベルに応じてアンプ14のゲインを可変するとともに、透過波長可変部11の中心透過波長の補正（チューニング）を行なう機能を実現するものである。つまり、このAGC回路16は、透過波長可変部11を透過する光信号レベルが最大となるように透過波長可変部11の中心透過波長を制御する制御手段としての機能とを兼ね備えているのである。なお、中心透過波長の補正はアンプ14のゲイン調整とは独立して行なえるようになっている。

【0027】

ここで、このAGC回路16が検出する電位は、光信号の強度の関数となっており、比例関係となる。従って、この検出電位が最も大きい状態が、受光素子12に入力している光強度が最も大きい状態である。よって、受光素子12の前段に配置する透過波長可変部11が、検出（透過）すべき光信号の波長 λ_j を透過できない又は一部しか透過できない状態にある場合、中心透過波長を所望の波長範囲で電源投入後にスイープさせて、前記アンプ出力電位が最大となるよう制御することにより、透過波長可変部11を透過すべき波長 λ_j に引き込むことが可能である。

【0028】

以上のような構成により、本実施形態の光受信器1では、透過波長可変部11を透過する（自光受信器1で受信すべき）波長 λ_j の光信号のみが受光素子12へ透過（分波）し、それ以外の波長 λ_k の光信号は光出力端子112へ反射して外部へ出力することができる。

したがって、例えば図5に示すように、同じ構成の光受信器1をN台（Nは2以上の整数）だけ用意し、第i段（ $i=1\sim N-1$ のいずれか）の光受信器1の光出力ポート112と次段（第 $i+1$ 段）の光受信器1の光入力ポート111とを接続することにより、各光受信器1で受信すべき波長 λ_j の光信号のみを切り出して受信することが可能となる。なお、この図5では図1に示す受光素子12以降の接続や、透過波長可変部11及びアンプ14に対する制御ループ等については図示を省略している。

【0029】

即ち、第1段の光受信器1の光入力端子111に波長 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n$ を波長多重したWDM信号が入力され、波長 λ_1 の光信号はこの第1段の光受信器1の透過波長可変部11を透過して受光素子12に入射する。それ以外の波長 $\lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n$ の各光信号は透過波長可変部11で反射して光出力端子112に出力され、次段（第2段）の光受信器1の光入力端子111に入射する。

【0030】

第2段の光受信器1では、波長 λ_2 の光信号のみを受光素子12に透過するように、透過波長可変部11の透過中心波長を調整しておくことで、波長 λ_2 の光信号のみを受光素子12へ透過させ、それ以外の波長 $\lambda_3, \lambda_4, \dots, \lambda_n$ の各光信号は透過波長可変部11で反射して、光出力端子112から出力し、さらに次段（第3段）の光受信器1に引き渡す。以降、同様に各光受信器1で受信すべき波長 λ_j の光信号のみが透過波長可変部11を透過し、それ以外の波長 λ_k の光信号は順次次段の光受信器1に引き渡される。最終段の光受信器1の光出力端子112には、不必要な光がある場合は、光終端器2を接続する。あるいは、最終段の光出力端子112を別な用途、例えば、監視信号系や、光増幅して別なネットワークに接続する等の構成にすることもできる。

【0031】

このようにして、個々の光受信器1で必要な波長 λ_j のみを受信WDM信号から切り出して受信することが可能となる。したがって、WDM信号の波長多重数を増加する際には、光終端器2の代わりに、図1に示すものと同じ構成の光受信器1を必要なだけ増設するだけで足りることになる。この結果、WDM伝送システムの初期導入時には不必要な多数のポートを有する高価な光分波器を予め配置することなく、必要な時に必要な台数分の光受信器1を増設するだけでWDM信号の波長多重数の増加（あるいは減少）に柔軟に対応することができ、WDM伝送装置及びWDM伝送システムの初期導入コストを大幅に低減

することが可能となる。さらに、光送信側での送信WDM信号の送信波長配置間隔を、システム導入後においても、変更できる柔軟性も実現できる。

【0032】

また、透過波長可変部11の透過波長帯域幅をWDM信号の波長配置間隔よりも狭く、また、当該WDM信号の1波長当たりのスペクトル（信号波長幅）よりも僅かに広く設定しておけば、AGC回路16により透過波長可変部11の中心透過波長が光送信波長に追従するので、各光受信器1に入射するASE光等の雑音光を効果的に抑圧して、受信感度を改善することもできる。なお、「信号波長幅よりも僅かに広い」とは、光受信器1における光受信感度が20dB以上劣化しないスペクトル幅（-20dB幅）以上を意味する。

【0033】

したがって、例えば図6に示すように、第1段目の光受信器1の前段にエルビウム添加光ファイバ（EDF）増幅器等の受信前置光増幅器（以下、単に「光増幅器」という）3が配置され、WDM信号の波長一括増幅に伴ってASE光等の雑音光の影響が大きくなるようなシステム構成においても、雑音光を効果的に抑圧して、WDM信号の伝送距離を伸ばすことが可能となる。

【0034】

即ち、WDM伝送システムでは、通常、光受信器の前段に光増幅器を配置して、少なくとも光受信器の最小受信感度よりも高い光強度まで減衰した光信号を増幅することで、伝送距離の改善が図られるが、光増幅器は一般に雑音光となるASE光を放出するため、このASE光を抑圧しないと加えて、伝送距離が短くなってしまう。

ここで、波長を高密度に配置するDWDMシステムでは、一般に図7に示すような構成を有する光送信器（OS）5、即ち、半導体レーザ等の発光素子51、この発光素子51の波長を温度調整するためのペルチェ素子やヒータ等の温度検出素子58付き温度制御素子52、発光素子51からの光を2分岐して一方を被変調光として出力し、他方をモニタ光として出力する光分岐部53、この分岐部53からの光を変調して送信する変調部54、分岐部53からのモニタ光を受光してその受光量に応じた電流信号を出力するPINフォトダイオード等の受光素子55、発光素子51の温度を一定制御する温度一定制御部56、発光素子51の発振波長を制御する発光素子駆動部57、受光素子55による検出電流信号に基づいて温度一定制御部56及び発光素子駆動部57を制御して発光素子51の発振波長を一定制御する波長制御部59をそなえることにより、厳密な波長制御を行なう構成の光送信器5を用い、例えば図9に模式的に示すように、0.4～1.6nm（通過帯域幅A）程度の波長間隔で信号を配置する。なお、この図9において、（a）は光増幅器3の出力光スペクトル、（b）は光分波器4の透過波長特性、（c）は光分波器4の出力光スペクトルの一例をそれぞれ示している。

【0035】

このように、高密度に波長を配置する場合、光分波器4で切り出す波長幅（通過帯域幅A）は、少なくとも波長配置間隔よりも僅かに狭く設定されるので、光増幅器3による光増幅に伴って発生するASE光を十分に抑圧することができ、従来の光受信器1'を用いてもASE光による雑音でその受信感度が大幅に悪化することはない。

これに対し、CWDMシステムでは、一般に図8に示すような構成を有する光送信器（OS）6、即ち、半導体レーザ等の発光素子61及びこの発光素子62を駆動する発光素子駆動部62のみをそなえた、厳密な波長制御を行なわない構成の光送信器6を用いるため、発光素子61の製造バラツキ、温度変動、駆動電流の変化などで波長が変化する。製造バラツキを抑えこんだ場合でも、一般に0.1nm/℃程度の波長温度変動がある。

【0036】

このため、例えば図10に示すように、既存の光分波器4'で切り出す帯域幅を13～14nm（通過帯域幅B）程度、即ち、DWDMシステムに対して10～40倍程度に広く設定する必要がある。その結果、光受信器1'に光増幅器3によるASE光が多量に入射することになり（図10の（c）参照）、光受信器1'の受信感度が悪化するため、光増

幅器 3 を配置したにも関わらず伝送距離の改善効果が得られないという事態が生じ得る。なお、図 10 においても、(a) が光増幅器 3 の出力光スペクトル、(b) が光分波器 4' の透過波長特性、(c) が光分波器 4' の出力光スペクトルの一例をそれぞれ示している。

【0037】

〔B〕 WDM 伝送システムの説明

そこで、例えば図 11 に示すように、上述した本実施形態の光受信器 1 を用いて CWD M システムを構成すれば、CWD M システムにおいて光受信器 1 の前段に光増幅器 3 を配置しても、光受信器 1 (受光素子 12) に入射する ASE 光等の雑音光を最小限に抑制して、光受信器 1 の受信感度の低下を抑制することができ、ひいては WDM 信号の伝送距離を従来構成よりも伸ばすことが可能となる。なお、この図 11 において、7 は送信 (信号) 波長 (図 11 では λ_1 , λ_2 , λ_3 , λ_4 の 4 波長と仮定している) 毎に設けられた光送信器 6 の各送信光を合波して光伝送路 (光ファイバ) 8 へ出力する光合波器を示している。

【0038】

即ち、図 11 中の (a) に示すごとく光増幅器 3 の出力スペクトルには、信号波長 λ_1 , λ_2 , λ_3 , λ_4 以外に ASE 光が含まれているが、本光受信器 1 によれば、透過波長可変部 11 で分波 (透過) する帯域幅を少なくとも、信号波長配置間隔 (例えば、13 ~ 14 nm 程度) よりも狭く、且つ、信号波長幅よりも僅かに広く、例えば 2 nm 程度 [通過帯域幅 C (図 11 中の (c) 参照)] に設定して、信号波長を透過させるようにチューニングする。なお、図 11 では、(b) に示すように、通過帯域幅 B の波長範囲で透過波長可変部 11 の中心透過波長がチューニングされることを示している。

【0039】

これにより、通過帯域幅 C 以外の帯域に存在する ASE 光の受光素子 12 への入射量を抑圧することが可能となり、ASE 光による受信感度劣化を最小限に抑圧することができる。また、光送信器 6 の送信波長が温度変化等に起因してシステム運用中に変動しても、AGC 回路 16 により透過波長可変部 11 が最適な波長位置に追従するため、光信号の受信強度低下を避けることができる。

【0040】

なお、本例では、光受信器 1 を CWD M 伝送システムに適用する場合について説明したが、勿論、DWD M 伝送システムに適用することもでき、上記と同様に、初期導入時のコストを押えながら、柔軟にチャンネル数を増設或いは減設することができ、かつ、光増幅器 3 で生じる ASE 光の受光素子 12 への入射量を効果的に抑圧することができる。

また、上述したように非透過波長 λ_k の光信号を透過波長可変部 11 で反射して順次次の光受信器 1 に受け渡してゆく多段接続構成では、徐々に光信号レベルが低下してゆくと考えられるため、1 以上の段間に適宜光増幅器を介装することもできる。そして、このように段間に光増幅器を介装したとしても、当該光増幅器により発生する ASE 光の影響を抑制することが可能である。換言すれば、本実施形態の光受信器 1 が ASE 光の影響を抑制できるが故に、段間に光増幅器を介装することが可能となる。

【0041】

さらに、図 11 に示すシステム構成では、波長多重数分の光受信器 1 を図 5 又は図 6 に示したごとく多段に接続したものを光伝送装置 (光受信システム) として適用しているが、例えば図 12 に示すように、従来の光分波器 4' を用い、その後段に波長毎に光受信器 1 を設ける構成にすることも可能である。ただし、この場合、透過波長可変部 11 に光出力ポート 112 及び光出力ポート 112 へ非透過波長を反射する反射部材は不要になる。その他のこの図 12 において既述の符号と同一符号を付した構成要素は、それぞれ既述のものと同若しくは同様のものである。

【0042】

このように従来の光分波器 4' を光増幅器 3 の後段に配置し、この光分波器 4' で受信 WDM 信号を波長毎に分波して各光受信器 1 で受信する光伝送装置においても、ASE 光

の受光素子 12 への入射量を大幅に抑圧することが可能であり、また、送信信号波長を厳密に管理（制御）を不要にしつつ、光送信器 6 の送信波長が温度変化等に起因してシステム運用中に変動しても、AGC 回路 16 により透過波長可変部 11 を最適な波長位置に追従させることが可能である。これは、例えば図 13 に示すように、送信信号波長が単波長のシステム構成においても同様である。

【0043】

以上のように、本実施形態の光受信器 1 によれば、透過波長可変部 11 により、受信 WDM 信号から必要な波長の光信号のみを中心透過波長のチューニングしながら分波（透過）して受光し、それ以外の波長の光信号は光出力端子 112 を通じて次段の光受信器 1 に出力できる構成になっているので、受信側に光分波器を必要とせず、WDM 信号を波長毎に受信することが可能となり、波長配置間隔の変更や波長数の増減に柔軟に対応可能な WDM 伝送装置及び WDM 伝送システムを安価に実現することができる。

【0044】

そして、透過波長可変部 11 の透過波長帯域幅を、WDM 信号の波長配置間隔よりも狭く、1 波長当たりの信号波長幅よりも僅かに広く設定しておくことで、ASE 光等の信号波長以外の雑音成分の受光量を大幅に抑圧することができるので、光受信器 1 の受信感度劣化を最小限に抑制することが可能である。

〔C〕その他

上述した実施形態では、受信側（光受信器 1）に透過波長可変部 11 を適用した場合について説明したが、送信側（光送信器）に適用することもできる。

【0045】

例えば図 14 に示すように、図 8 により前述した CDWM システムに用いられる光送信器 6 に透過波長可変部 11 と同様の透過波長可変部 63 を適用し、図 5 に示す構成と同様に、第 m ($m=1 \sim n$ で n は 2 以上の整数) 段の光送信器 6' の光入力ポート 111 と次段（第 $i+1$ 段）の光送信器 6' の光出力ポート 112 とを接続する。なお、発光素子 61 及び発光素子駆動部 62 は図 8 により前述したものと同様のものである。

【0046】

そして、外部からクロック (CLK) 信号、データ (DATA) 信号及び透過波長可変部制御信号を与える。この時、第 i 段の光送信器 6' の発光素子 61 の発振波長 λ_i を透過し、それ以外の波長 λ_k は反射するよう、予め透過波長可変部 63 を上記制御信号で制御しておく。これにより、第 i 段の光送信器 6' の送信光信号（波長 λ_i ）は、透過波長可変部 63 を透過し、それ以外の光入力ポート 111 を通じて入力される各波長 λ_k ($k \neq i$) の光信号は透過波長可変部 63 で反射されて波長 λ_i の光信号と合波されて光出力ポート 112 に出力される。

【0047】

この結果、最終的に、第 1 段の光送信器 6' の光出力ポート 112 からは波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の各光信号が WDM 信号として出力されることになる。

一方、図 7 により前述した DWDM システムに用いられる光送信器 5 についても、例えば図 15 に示すように、既述の透過波長可変部 11 と同様の透過波長可変部 50 を変調部 54 の出力側に設けて、第 m 段の光送信器 5' の光入力ポート 111 と次段（第 $i+1$ 段）の光送信器 5' の光出力ポート 112 とを接続することにより、CWDM システム用のものと同様に、第 i 段の光送信器 5' の送信光信号（波長 λ_i ）は、透過波長可変部 50 を透過させ、それ以外の光入力ポート 111 を通じて入力される各波長 λ_k ($k \neq i$) の光信号は透過波長可変部 50 で反射して波長 λ_i の光信号と合波させて光出力ポート 112 に出力させることができる。なお、この場合の各光送信器 5' の波長制御部 59 は、発振波長 λ_i を透過し、それ以外の波長 λ_k は反射するよう、予め透過波長可変部 50 を制御する。その制御情報は例えば図示しないメモリ等に設定される。

【0048】

このように、送信側においても、光送信器 6' や 5' を必要な時に必要な数だけ増設あるいは減設することができ、WDM 伝送装置及び WDM システムの初期導入コストを抑え

ることができる。

その他、本発明は上述した例に限定されず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施できることはいうまでもない。

【0049】

〔D〕付記

(付記1)

波長多重光信号（以下、WDM信号という）が入力される光入力ポートと、
該光入力ポートからの該WDM信号のうち所望波長を中心波長とする所定の透過波長帯域幅の光信号を透過する透過波長可変手段と、

該透過波長可変手段で透過しない波長の光信号を出力する光出力ポートと、

該透過波長可変手段を透過する光信号レベルが最大となるように該透過波長可変手段の中心透過波長を制御する制御手段とをそなえたことを特徴とする、光受信器。

【0050】

(付記2)

該透過波長可変手段で透過する光信号の該透過波長帯域幅が、該WDM信号の波長配置間隔よりも狭く設定されていることを特徴とする、付記1記載の光受信器。

(付記3)

該透過波長可変手段が、

透過しない波長の光信号を該光出力ポートへ反射する反射部材をそなえて構成されていることを特徴とする、請求項1又は2に記載の光受信器。

【0051】

(付記4)

付記1～3のいずれか1項に記載の光受信器をN台（Nは2以上の整数）そなえ、

第i段（ $i = 1 \sim N-1$ のいずれか）の光受信器の該光出力ポートと第 $i+1$ 段の光受信器の該光入力ポートとが接続されていることを特徴とする、光伝送装置。

(付記5)

上記第1段目の光受信器の光入力ポートに該WDM信号を増幅する光増幅器が接続されていることを特徴とする、付記4記載の光伝送装置。

【0052】

(付記6)

上記の各光受信器の1以上の段間に光増幅器が介装されていることを特徴とする、付記4又は5に記載の光伝送装置。

(付記7)

波長多重光信号（以下、WDM信号という）を増幅して分波した後の1波長の光信号を受信する光受信器であって、

該WDM信号の波長配置間隔よりも狭く透過波長帯域幅を設定され当該透過波長帯域幅の光信号を透過する透過波長可変手段と、

該透過波長可変手段を透過する光信号レベルが最大となるように該透過波長可変手段の中心透過波長を制御する制御手段とをそなえたことを特徴とする、光受信器。

【0053】

(付記8)

波長多重光信号（以下、WDM信号という）を増幅する光増幅器と、

該光増幅器からのWDM信号を波長単位に分波する光分波器と、

該光分波器で分波された光信号をそれぞれ受信する、波長毎の光受信器とをそなえ、

該光受信器が、それぞれ、

該WDM信号の波長配置間隔よりも狭く透過波長帯域幅を設定され当該透過波長帯域の光信号を透過する透過波長可変手段と、

該透過波長可変手段を透過する光信号レベルが最大となるように該透過波長可変手段の中心透過波長を制御する制御手段とをそなえて構成されたことを特徴とする、光伝送装置。

。

【産業上の利用可能性】**【0054】**

以上詳述したように、本発明によれば、WDM伝送システムの波長数の増減に柔軟に対応でき、また、CWDMシステムのような波長間隔が広く設定されるシステムにおいてもASE光の漏れ込みを適応的に最小限に抑制できるので、光通信技術分野において極めて有用と考えられる。

【図面の簡単な説明】**【0055】**

【図1】本発明の一実施形態としての光受信器の要部の構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示す透過波長可変部を誘電体多層膜を用いて構成する例を示すブロック図である。

【図3】図1に示す透過波長可変部を誘電体多層膜を用いて構成する例を示すブロック図である。

【図4】図1に示す透過波長可変部をファイバグレーティングを用いて構成する例を示すブロック図である。

【図5】図1に示す光受信器を複数台多段接続して構成した光受信システムを示すブロック図である。

【図6】図5に示す第1段の光受信器の前段に光増幅器を設けた構成を示すブロック図である。

【図7】DWDMシステムに用いられる光送信器の要部の構成を示すブロック図である。

【図8】CWDMシステムに用いられる光送信器の要部の構成を示すブロック図である。

【図9】DWDMシステムにおける受信スペクトルを説明するための図である。

【図10】CWDMシステムにおける受信スペクトルを説明するための図である。

【図11】図1に示す光受信器を用いて構成したCWDMシステムの一例を示すブロック図である。

【図12】図1に示す光受信器を用いて構成したCWDMシステムの他の例を示すブロック図である。

【図13】図1に示す光受信器を用いて構成したCWDMシステムの他の例を示すブロック図である。

【図14】図8に示すCWDMシステム用の光送信器に本実施形態の透過波長可変部を適用して多段接続した構成を示すブロック図である。

【図15】図7に示すCWDMシステム用の光送信器に本実施形態の透過波長可変部を適用して多段接続する構成を示すブロック図である。

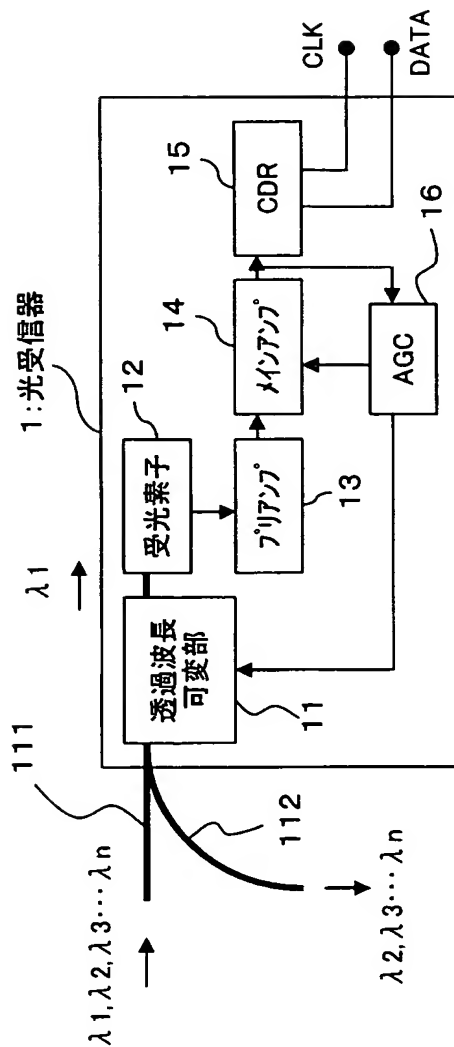
【図16】従来のWDM伝送システムの構成を示すブロック図である。

【符号の説明】**【0056】**

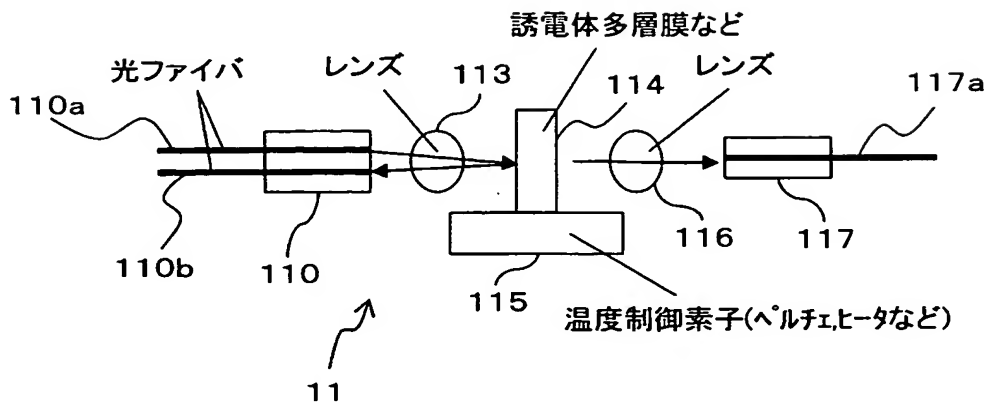
- 1 光受信器 (OR)
- 11 透過波長可変部
- 110, 117 ファイバコネクタ
- 110a 入力光ファイバ
- 110b, 117a 出力光ファイバ
- 111 光入力端子 (ポート)
- 112 光出力端子 (ポート)
- 113, 116, 123 レンズ
- 114, 118 誘電体多層膜 (反射部材)
- 115, 122 温度制御素子
- 119 透明ヒータ

- 1 2 0 光ファイバ
- 1 2 1 ファイバグレーティング
- 1 2 受光素子
- 1 3 プリアンプ
- 1 4 メインアンプ
- 1 5 クロックデータリカバリ (C D R) 回路
- 1 6 自動利得制御 (A G C) 回路 (制御手段)
- 2 光終端器
- 3 受信前置光増幅器
- 4, 4' 光分波器
- 5, 5' DWDMシステム用の光送信器 (O S)
- 5 0 透過波長可変部
- 5 1 発光素子
- 5 2 温度制御素子
- 5 3 光分岐部
- 5 4 変調部
- 5 5 受光素子
- 5 6 温度一定制御部
- 5 7 発光素子駆動部 5 7
- 5 8 温度検出素子
- 5 9 波長制御部
- 6, 6' CWDMシステム用の光送信器 (O S)
- 6 1 発光素子
- 6 2 発光素子駆動部
- 6 3 透過波長可変部
- 7 光合波器
- 8 光伝送路

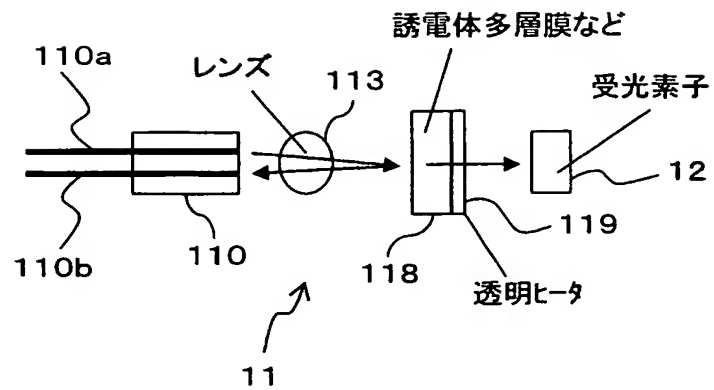
【書類名】 図面
【図 1】



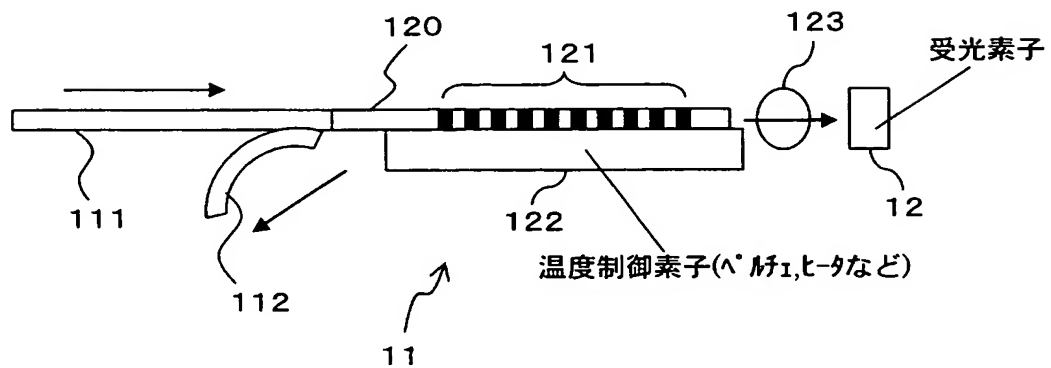
【図 2】



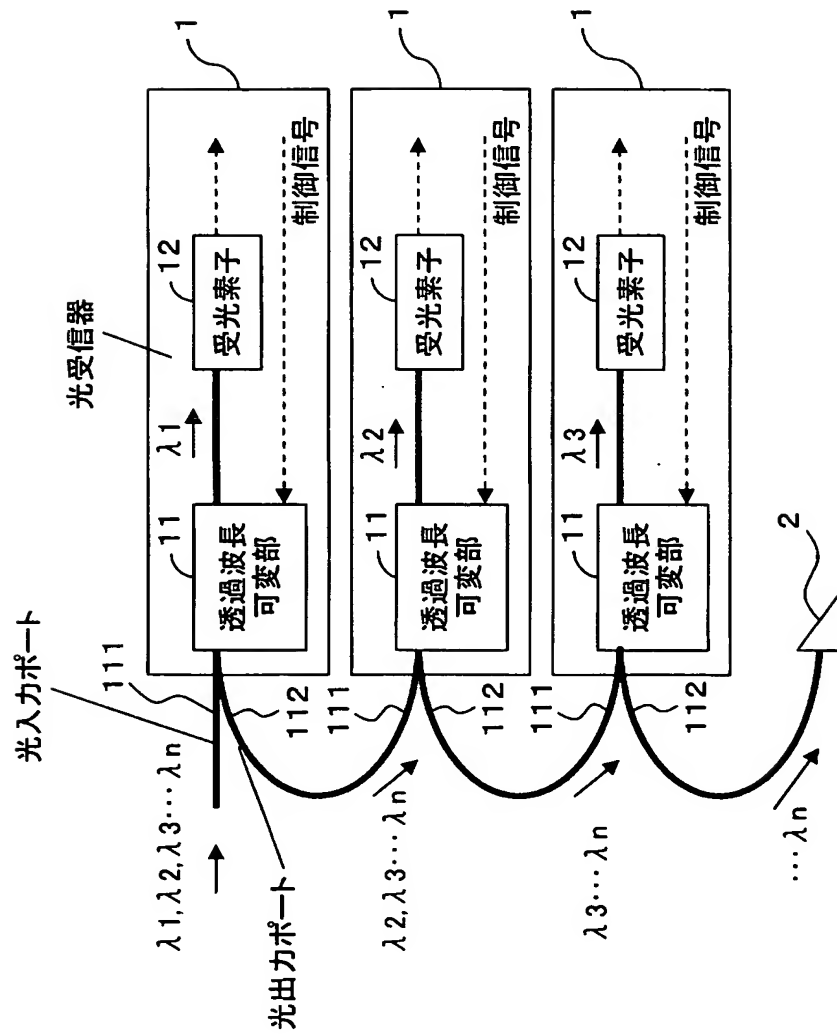
【図 3】



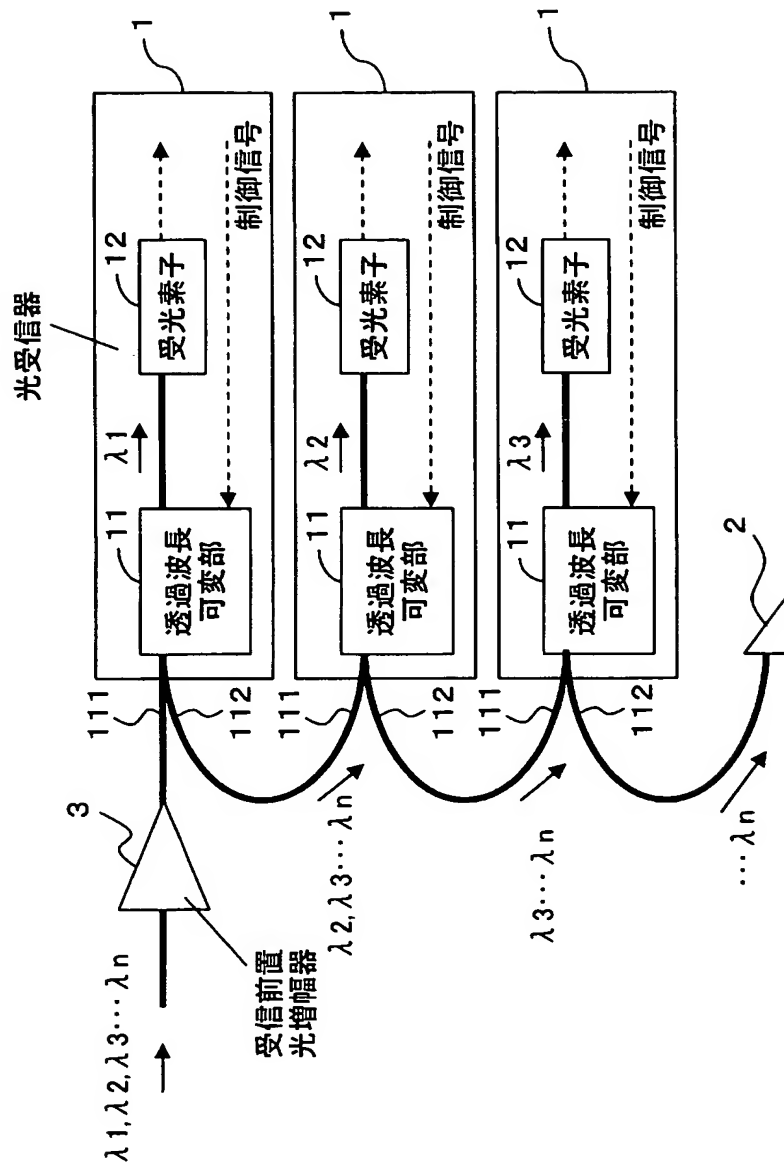
【図 4】



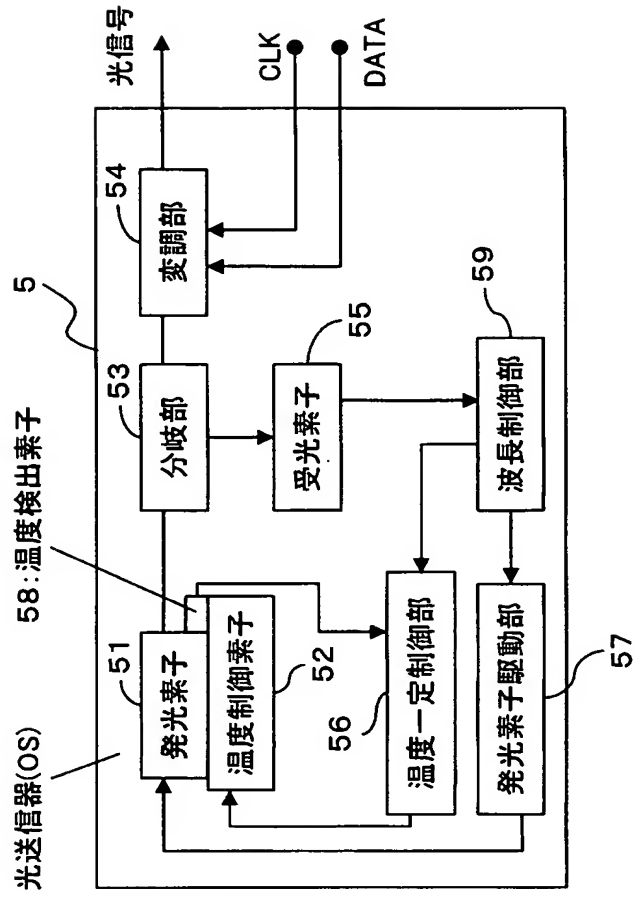
【図 5】



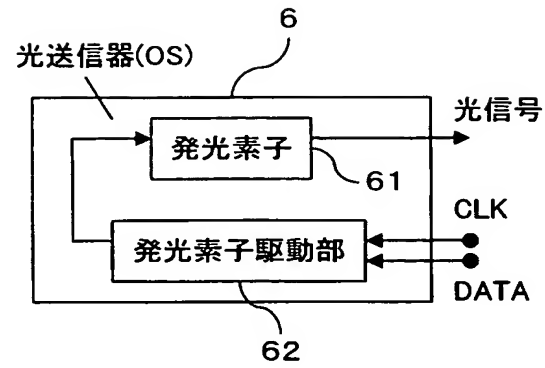
【図 6】



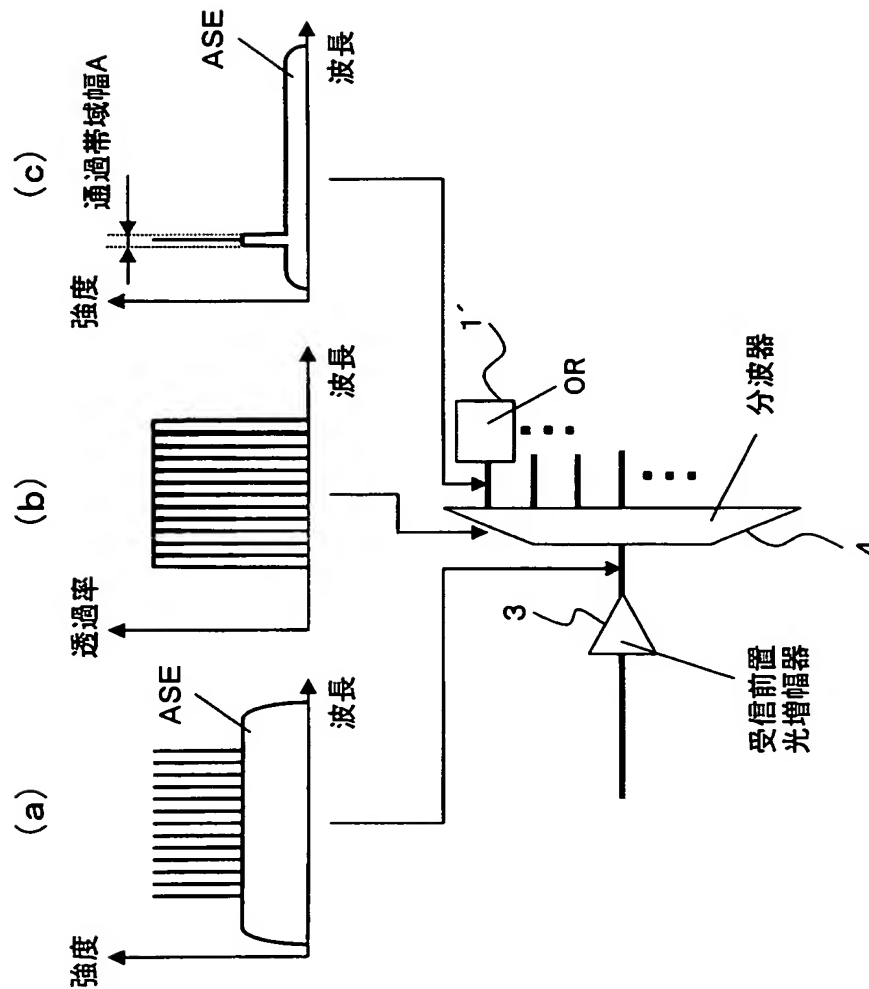
【図 7】



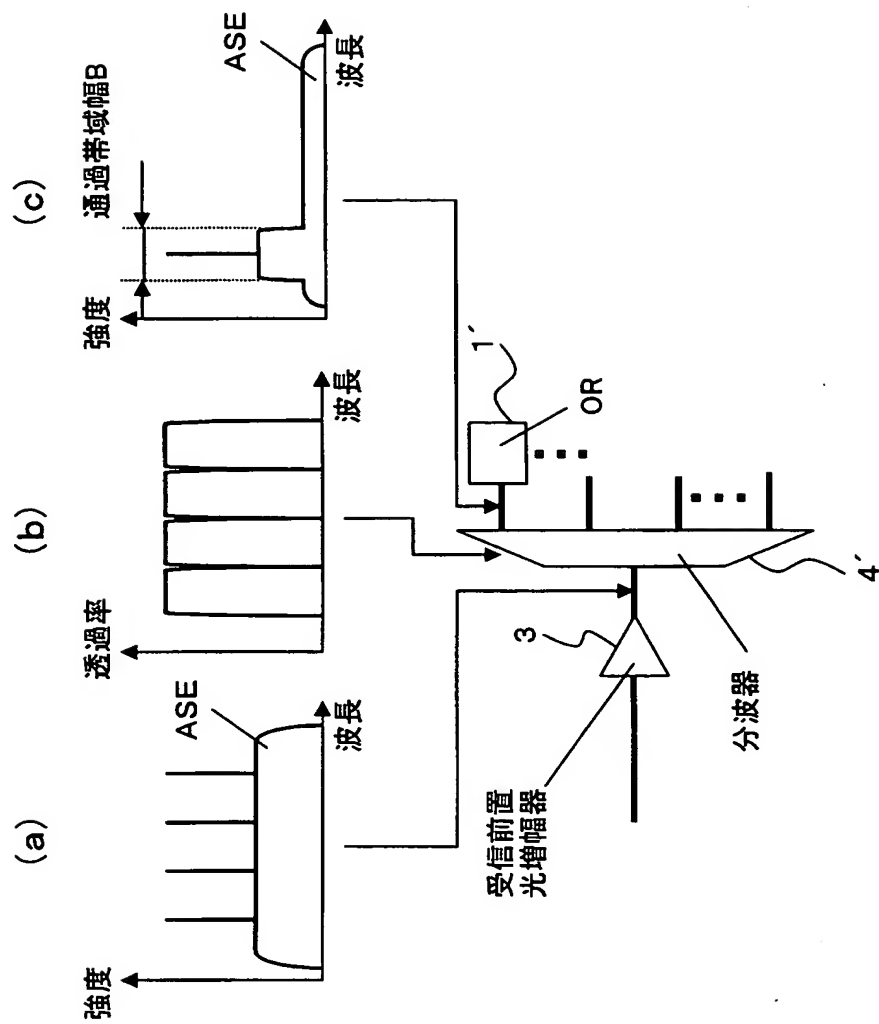
【図 8】



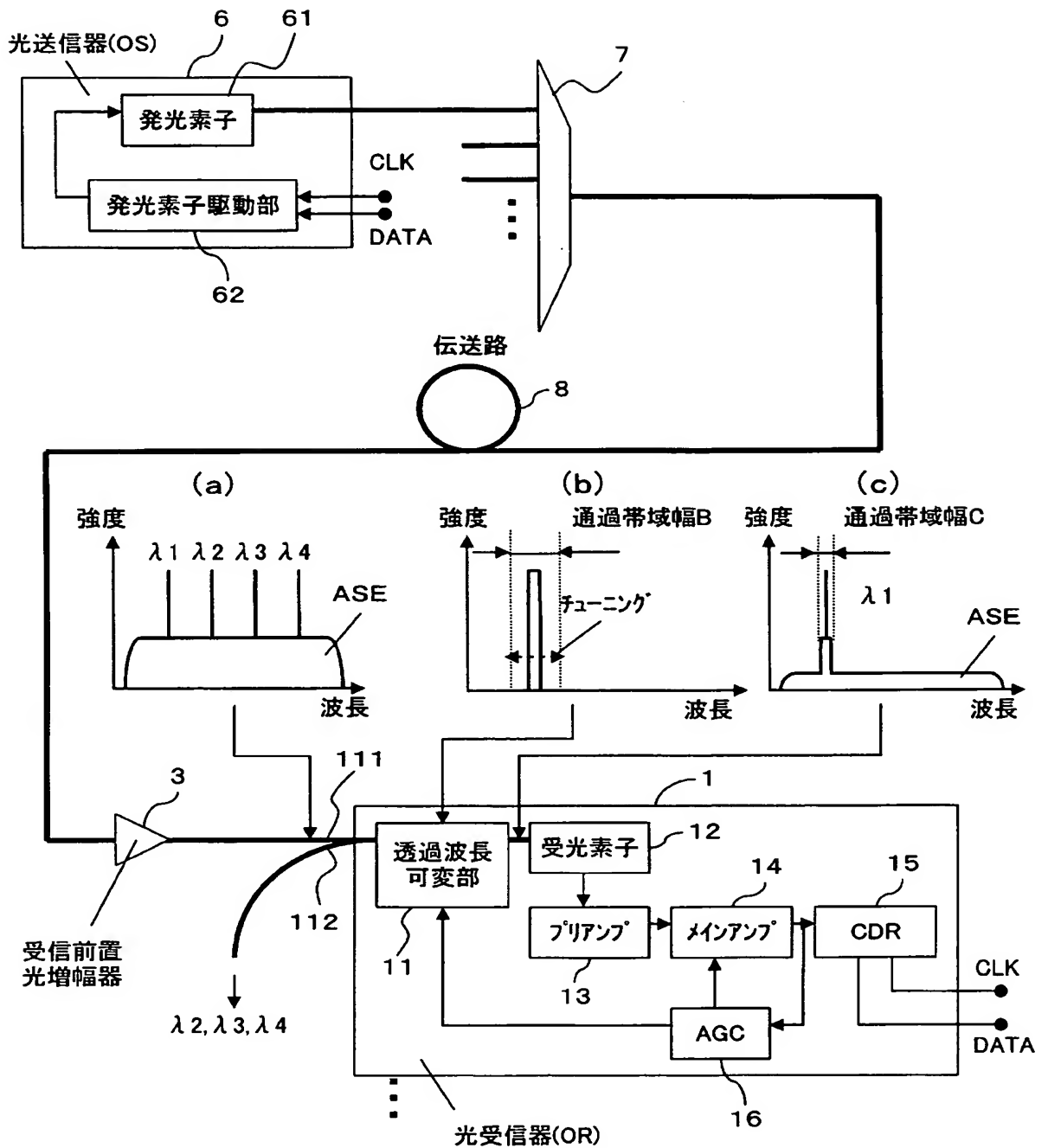
【図 9】



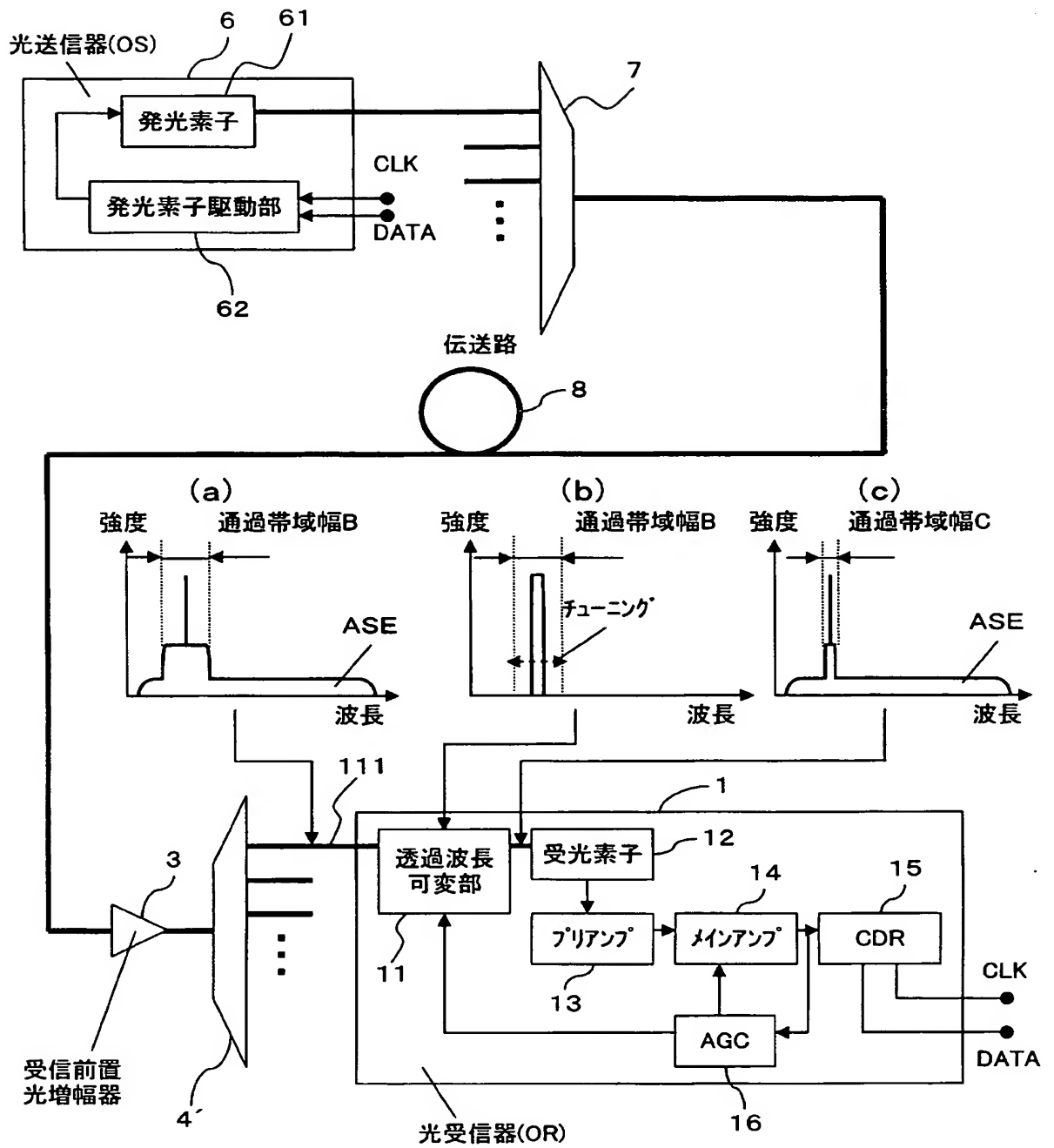
【図 10】



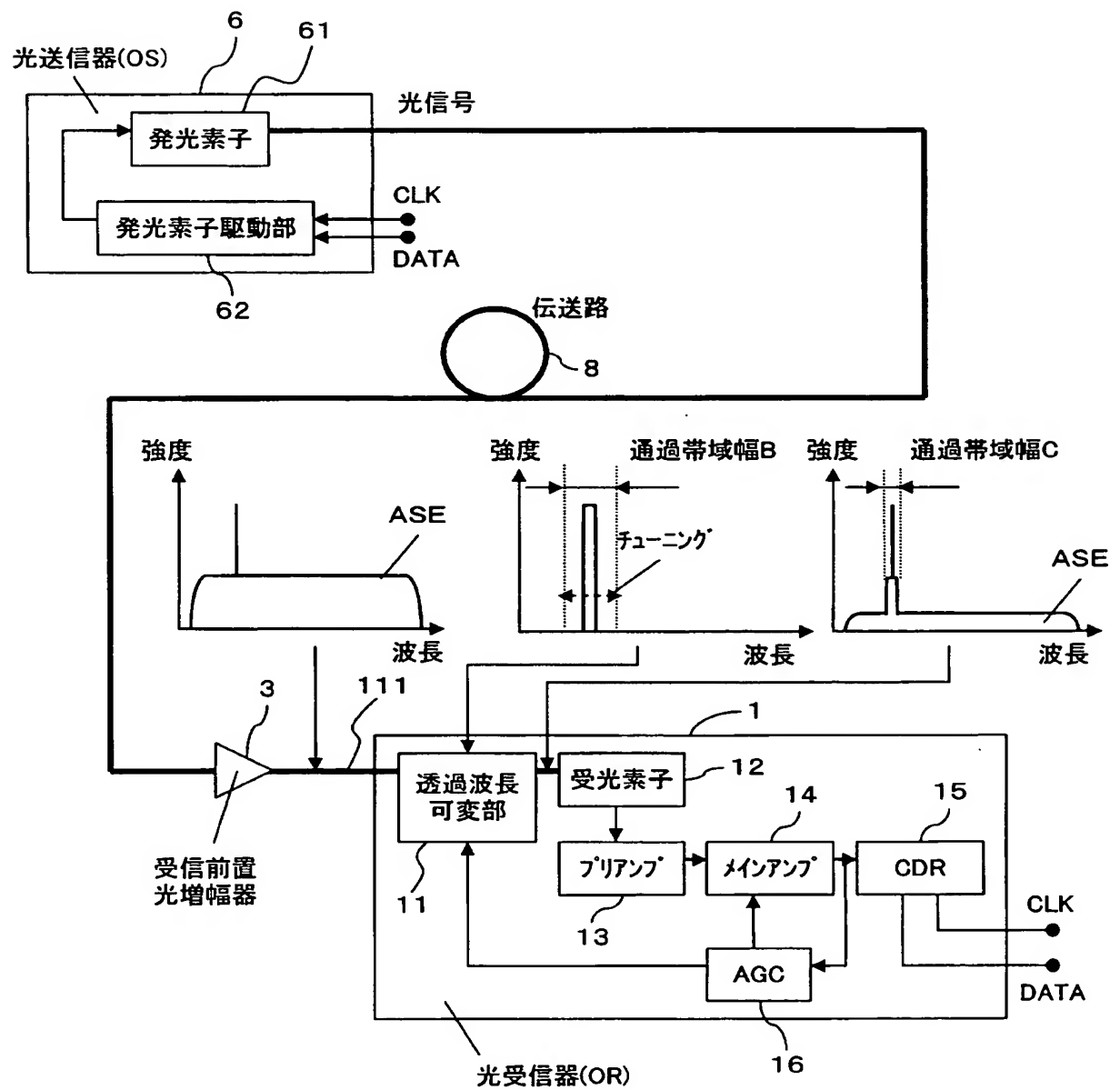
【図 11】



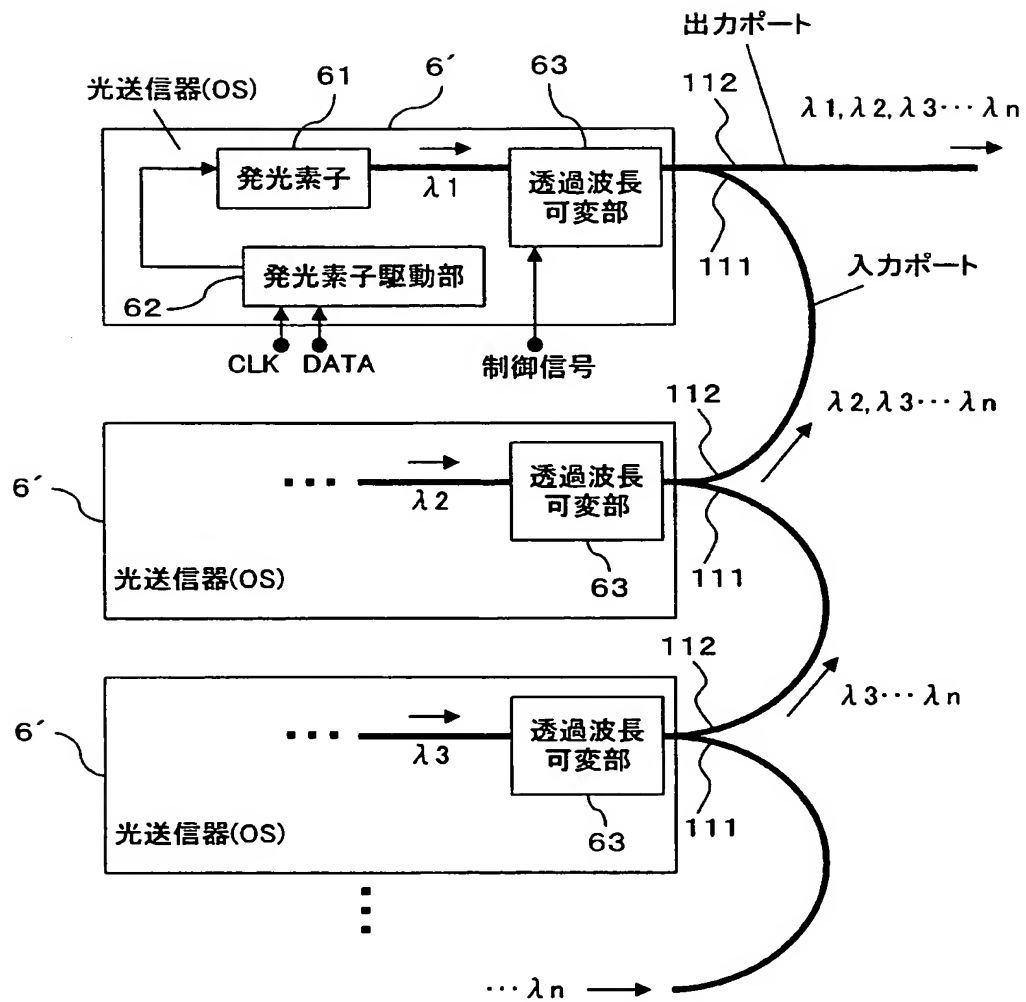
【図 12】



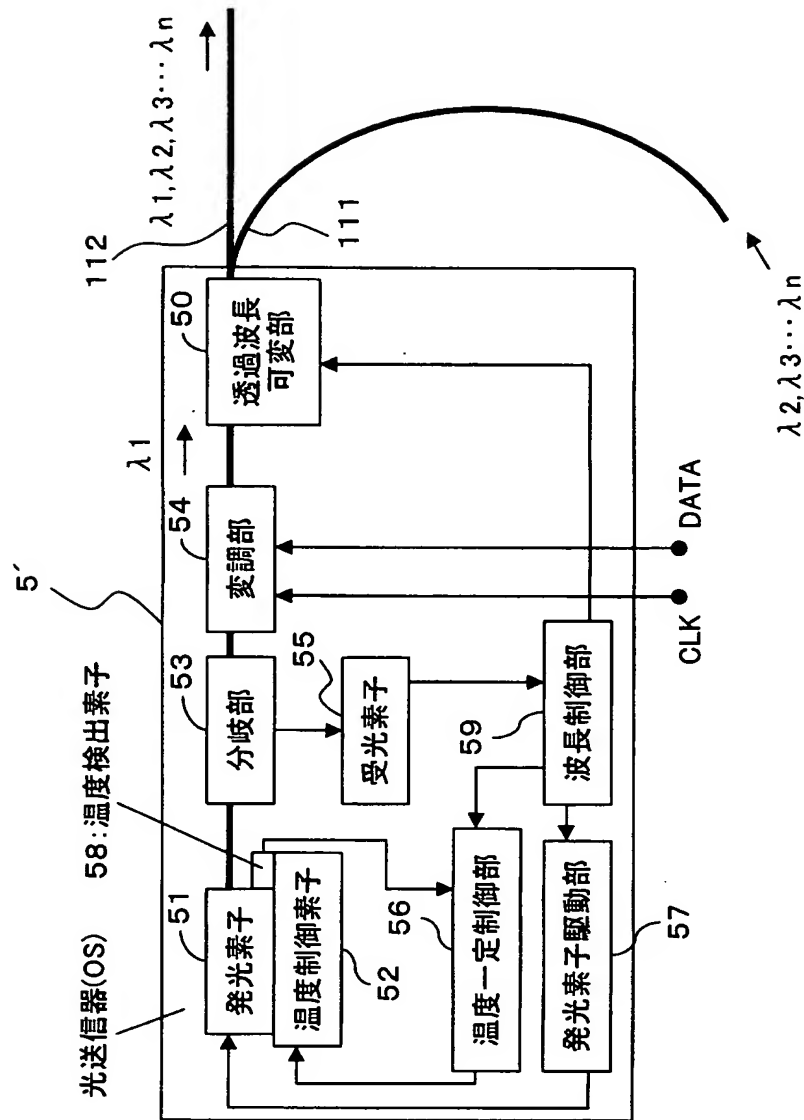
【図 13】



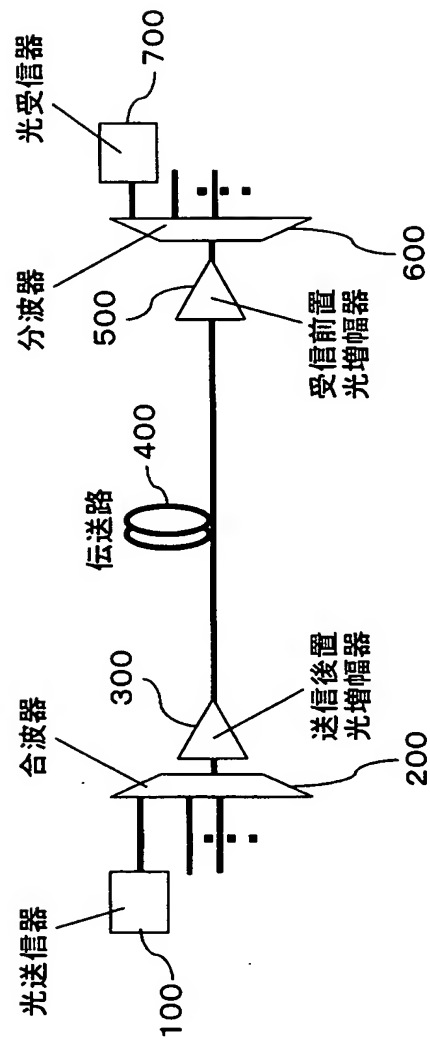
【図 14】



【図 15】



【図 16】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 WDM伝送システムの波長数の増減に柔軟に対応でき、また、CWDMシステムのような波長間隔が広く設定されるシステムにおいても光受信器の受光素子へのASE光の漏れ込みを適応的に最小限に抑制できるようにする。

【解決手段】 WDM信号が入力される光入力ポート111と、この光入力ポート111からのWDM信号のうち所望波長 λ_i ($i=1\sim n$: n は2以上の整数)を中心波長とする所定の透過波長帯域幅の光信号を透過する透過波長可変手段11と、この透過波長可変手段で透過しない波長 λ_k ($k=1\sim n$ で $k\neq i$)の光信号を出力する光出力ポート112と、透過波長可変手段11を透過する光信号レベルが最大となるように該透過波長可変手段の中心透過波長を制御する制御手段16とをそなえるように構成する。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 4 - 0 1 2 7 2 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 2 3]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

氏 名

富士通株式会社